

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-234314

(43)Date of publication of application : 22.08.2003

(51)Int.Cl.

H01L 21/304  
B24B 21/00

(21)Application number : 2002-034129

(71)Applicant : EBARA CORP  
TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 12.02.2002

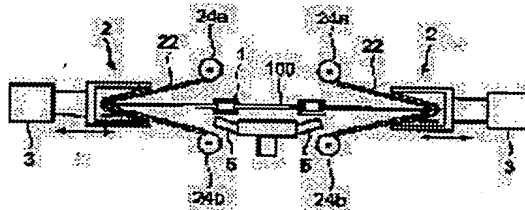
(72)Inventor : ISHII YU  
NAKANISHI MASAYUKI  
NAKAMURA KENRO

## (54) SUBSTRATE PROCESSING DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a substrate processing device capable of effectively removing the roughness of the surface on the fringe of a substrate and films which stick to the fringe and contaminate the substrate in the process of manufacturing a semiconductor device.

**SOLUTION:** The device includes a polishing tape 22 and a polishing head 2 which presses the tape 22 to the fringe of a semiconductor wafer 100, which is polished by being rubbed with the polishing tape 22. A elastic member 21 is prepared on the polishing head 2 to support the polishing tape 22, and an air cylinder 3 is prepared to press the tape 22 to the fringe of the wafer 100 with the head 2 at prescribed pressure.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-234314

(P2003-234314A)

(43) 公開日 平成15年8月22日 (2003.8.22)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 L 21/304	6 2 1	H 0 1 L 21/304	6 2 1 E 3 C 0 5 8
	6 2 2		6 2 2 K
B 2 4 B 21/00		B 2 4 B 21/00	A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2002-34129 (P2002-34129)

(22) 出願日 平成14年2月12日 (2002.2.12)

(71) 出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 石井 遊

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社  
荏原製作所内

(74) 代理人 100091498

弁理士 渡邊 勇 (外3名)

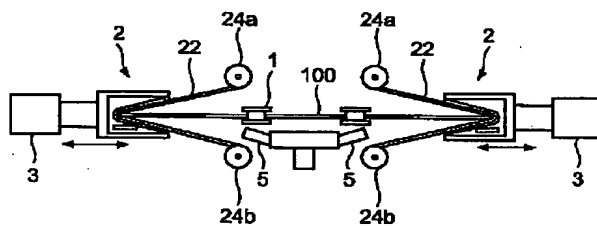
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板処理装置

(57) 【要約】

【課題】 半導体装置の製造工程などにおいて、基板の周縁部等に発生する表面荒れや基板の周縁部等に付着し汚染源となる膜を効果的に除去することができる基板処理装置を提供する。

【解決手段】 研磨テープ22と、半導体ウェハ100の周縁部に研磨テープ22を押圧する研磨ヘッド2とを備え、研磨テープ22とウェハ100との摺動によりウェハ100の研磨を行う。また、研磨ヘッド2には、研磨テープ22を支持する弾性体21を設け、研磨ヘッド2を所定の押圧力で押圧して研磨テープ22をウェハ100の周縁部に押圧するエアシリンダ3を設けた。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 研磨テープと、基板の所定の箇所に前記研磨テープを押圧する研磨ヘッドとを備え、前記研磨テープと前記基板との摺動により前記基板の研磨を行うことを特徴とする基板処理装置。

【請求項2】 研磨テープと、前記研磨テープを支持する弾性体を備えた研磨ヘッドと、前記研磨ヘッドを所定の押圧力で押圧して前記研磨テープを基板の所定の箇所に押圧する押圧機構とを備え、前記研磨テープと前記基板との摺動により基板の研磨を行うことを特徴とする基板処理装置。

【請求項3】 前記押圧機構は、研磨中に前記押圧力を調整可能に構成されていることを特徴とする請求項2に記載の基板処理装置。

【請求項4】 研磨テープと、前記研磨テープを支持すると共に内部に加圧流体が供給される変形自在の流体バッグと、前記流体バッグを収容すると共に該流体バッグを支持する支持部とを有し、基板の所定の箇所に前記研磨テープを押圧する研磨ヘッドとを備えたことを特徴とする基板処理装置。

【請求項5】 前記研磨テープを研磨フィルムにより形成したことを特徴とする請求項4に記載の基板処理装置。

【請求項6】 前記研磨テープを研磨布により形成し、前記基板の表面に研磨材又はエッチング液を供給しつつ前記基板の研磨を行うことを特徴とする請求項4に記載の基板処理装置。

【請求項7】 前記流体バッグに任意の圧力の流体を供給する流体供給源を更に備えたことを特徴とする請求項4乃至6のいずれか一項に記載の基板処理装置。

【請求項8】 前記研磨テープにより前記流体バッグを構成したことを特徴とする請求項4乃至7のいずれか一項に記載の基板処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板処理装置、特に半導体ウェハなどの基板の周縁部（ベベル部及びエッジ部）等に発生する表面荒れや基板の周縁部等に付着し汚染源となる膜を除去する基板処理装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、半導体素子の微細化、半導体装置の高密度化に伴い、パーティクルの管理はますます重要になりつつある。パーティクルを管理する上での大きな問題の1つとして、半導体装置の製造工程中に半導体ウェハ（基板）のベベル部及びエッジ部に生じる表面荒れに起因する発塵がある。ここで、ベベル部とは、半導体ウェハの端部において断面が曲率を有する部分を意味し、エッジ部とは、ベベル部からウェハの内周側に向かった数mm程度の表面が平坦な部分を意味する。

2

【0003】例えば、トレンチキャパシタのトレンチ（ディープトレンチ）をSiウェハの表面に形成するRIE（Reactive Ion Etching）工程において、上述したような加工起因の表面荒れが発生する。RIE工程では、まず、図18（a）に示すように、Siウェハ100上にSiN膜500とSiO<sub>2</sub>膜510の積層膜からなるハードマスクを形成し、上記ハードマスクをマスクにしてSiウェハ100をRIE法にてエッチングしてディープトレンチ520を形成する（図18（b）参照）。

【0004】このRIE工程においては、エッチング中に生じる副生成物がSiウェハ100のベベル部及びエッジ部に付着し、これがエッチングのマスクとして作用して、図18（b）に示すように、Siウェハ100のベベル部及びエッジ部に針状突起530が形成されることがある。特に、開口径がサブミクロンオーダーであり、アスペクト比が数十と非常に高いディープトレンチ520を精度よく形成しようとした場合には、そのプロセス条件により上述した針状突起530がベベル部及びエッジ部に必然的に発生してしまう。

【0005】針状突起530の高さは位置によりバラツキがあるが、最大で10μm近くにもなり、Siウェハ100の搬送時あるいはプロセス時に破損してパーティクルが発生する原因となる。このようなパーティクルは歩留りの低下につながるため、ベベル部及びエッジ部に形成された針状突起530を除去する必要がある。

【0006】従来から、このような針状突起530を除去するためにCDE（Chemical Dry Etching）法が用いられている。このCDE法においては、まず、図19（a）に示すように、Siウェハ100のベベル部及びエッジ部の数mmの領域を除いた表面にレジスト540を塗布する。そして、レジスト540で覆われていない部分のSiウェハ100を等方的にエッチングすることにより、ベベル部及びエッジ部の針状突起530を除去する（図19（b）参照）。その後、デバイス表面を保護していたレジスト540を剥離する（図19（c）参照）。

【0007】このようなCDE法では、デバイス表面をレジスト540で保護する必要があるため、レジスト塗布、レジスト剥離という工程が必要となる。また、等方的なエッチングにより尖った針状部分は除去することができるが、針状突起530の高さのバラツキに応じて凹凸550が形成されてしまう（図19（c）参照）。この種の凹凸550は、次工程以降で行われるCMP（Chemical Mechanical Polishing）等の加工時にダストが溜まり易く、問題となる場合があるが、従来のCDE法によっては、このようなSiウェハ100のベベル部及びエッジ部の表面荒れを完全に除去することが困難であった。また、更に、CDE工程に要する1枚当たりの処理時間は通常5分以上と長く、CDE工程はスループット

3

トを下げる原因となると共に、原料コストが高いという問題を有している。

【0008】また、近年、半導体装置の分野には、配線材料としてのCu、あるいは次世代DRAMやFeRAMのキャパシタ電極材料としてのRuやPt、キャパシタ誘電体材料としてのTaO、PZTなど、新材料が次々と導入されている。そして、半導体装置の量産化に当たり、これらの新材料による装置汚染の問題を真剣に考えるべき時期となった。特に、半導体装置の製造工程において、ウェハのベベル部、エッジ及び裏面に付着した新材料膜は汚染源となるため、これを除去することが重要な課題となる。

【0009】例えば、キャパシタ電極として用いるRu膜を成膜する際、ベベル部、エッジ部、及び裏面に付着するRu膜の除去は重要である。このようなRu膜の成膜方法としては、現在CVD (Chemical Vapor Deposition) 法が一般的に用いられているが、CVD法では、装置構成による程度の差こそあるものの、ベベル部、エッジ部、及び裏面へのRu膜の付着を避けることはできない。また、スパッタ法においてエッジカットリングを用いてRu膜の成膜を行う場合でも、ベベル部及びエッジ部にスパッタ粒子(Ru)が回り込むことによるRu膜の付着を完全になくすのは困難である。外周チップの歩留りを高めるためにエッジカット幅を小さくする場合は、なおさらRu膜の付着を完全になくすことが難しい。

【0010】いずれの成膜方法にせよ、Ru成膜後のウェハのベベル部、エッジ部、又は裏面には、Ru膜が付着している。上述したように、この種のベベル部等に付着したRu膜は、次工程の装置汚染の原因になるため、除去しなければならない。

【0011】ベベル部等に付着したRu膜の除去は、従来から、ウェットエッチング法により行われており、Siウェハの裏面を上にして水平に回転しているSiウェハに薬液を滴下する方法が一般的である。ベベル部及びエッジ部に関しては、回転数等を調整して、薬液のデバイス形成面側への回り込み量を調整することにより対応している。

【0012】しかし、この方法では、Ru膜の除去レートが10nm/min程度であるため、1枚当たりの処理時間が通常5分以上と長く、スループットが低いという問題がある。更に、下地に拡散したRuを除去することができず、これを除去するためには、下地をエッチングできる別の薬液によるウェットエッチングを追加して行う必要があり、更にスループットが低くなってしまう。また、装置にダメージを与えないような適当な薬液が存在しないという問題もある。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、このような従来技術の問題点に鑑みてなされたもので、半導体装置

4

の製造工程などにおいて、基板の周縁部等に発生する表面荒れや基板の周縁部等に付着し汚染源となる膜を効果的に除去することができる基板処理装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】このような従来技術における問題点を解決するために、本発明の第1の態様は、研磨テープと、基板の所定の箇所に上記研磨テープを押圧する研磨ヘッドとを備え、上記研磨テープと上記基板との摺動により上記基板の研磨を行うことを特徴とする基板処理装置である。

【0015】このような研磨テープを用いた研磨により基板のベベル部及びエッジ部の針状突起の除去を行うこととすれば、従来のCDE法では不可欠だったレジストによるデバイス形成面の保護が不要になる。その結果、保護用のレジスト塗布、針状突起を除去した後のレジスト剥離という2つの工程を省くことができ、スループットが向上する。また、ベベル部及びエッジ部から針状突起を除去した後の面は平滑面となるので、上述したCDE法における問題が解決される。

【0016】また、このような研磨テープを用いた研磨により基板の周縁部等に付着し汚染源となる膜を除去することとすれば、単一の工程で除去工程を実現することができるので、従来のウェットエッチング法に比べて短時間で汚染源となる膜を除去することができ、スループットが向上する。

【0017】ここで、上記研磨テープを薄膜研磨フィルムにより形成してもよい。また、高い柔軟性を有する材質からなる研磨テープを用いることもできる。このように、研磨テープとして薄膜研磨フィルムを用いることにより、例えば、基板の表面、特に周縁部(ベベル部及びエッジ部)において研磨テープが折れ曲がってしまうことがない。従って、研磨テープを基板の周縁部の曲面形状に確実に沿わせることができるので、基板の周縁部を均等に研磨することが可能となる。この結果、基板の表面に形成された針状突起や基板の表面に付着した不要な膜を研磨により効果的に除去することが可能となる。ここで、「研磨テープ」はテープ状の研磨工具を意味しており、この研磨テープには、基材フィルム上に研磨砥粒を塗布した研磨フィルム及びテープ状の研磨布の双方が含まれる。

【0018】本発明の第2の態様は、研磨テープと、上記研磨テープを支持する弾性体を備えた研磨ヘッドと、上記研磨ヘッドを所定の押圧力で押圧して上記研磨テープを基板の所定の箇所に押圧する押圧機構とを備え、上記研磨テープと上記基板との摺動により基板の研磨を行うことを特徴とする基板処理装置である。

【0019】このように、押圧機構は、研磨中に研磨テープに与えられる押圧力が所定の押圧力になるように研磨ヘッドを押圧するので、弾性体が劣化して延びてしま

5

ったとしても、弾性体が延びた分だけ押圧機構が研磨ヘッドを押圧する。このため、弾性体の張力はほとんど変化せず、弾性体の劣化にかかわらず研磨テープによる研磨レートを常に一定にして均一な研磨を行うことができる。

【0020】本発明の好ましい一態様は、上記押圧機構は、研磨中に上記押圧力を調整可能に構成されていることを特徴としている。

【0021】このようにすれば、押圧機構による押圧力を適宜変化させて研磨中に研磨テープに与えられる押圧力を変化させ、基板の所定の箇所において所望の研磨プロファイルを得ることが可能となる。

【0022】本発明の第3の態様は、研磨テープと、上記研磨テープを支持すると共に内部に加圧流体が供給される変形自在の流体バッグと、上記流体バッグを収容すると共に該流体バッグを支持する支持部とを有し、基板の所定の箇所に上記研磨テープを押圧する研磨ヘッドとを備えたことを特徴とする基板処理装置である。

【0023】このような構成により、流体バッグに加圧流体を供給することによって、研磨テープを支持する流体バッグが変形し、研磨テープが基板の所定箇所に均等に接触することとなるので、基板の所定箇所を均等に研磨することが可能となる。

【0024】この場合において、上記研磨テープを研磨フィルムにより形成してもよい。あるいは、上記研磨テープを研磨布により形成し、上記基板の表面に研磨材又はエッチング液を供給しつつ上記基板の研磨を行うこととしてもよい。また、研磨テープにより上記流体バッグを構成することもできる。

【0025】本発明の好ましい他の一態様は、上記流体バッグに任意の圧力の流体を供給する流体供給源を更に備えたことを特徴としている。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る基板処理装置の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。本発明に係る基板処理装置は、半導体ウェハ（Siウェハ）などの基板の表面を研磨することにより、ウェハのベベル部、エッジ部、及び／又は裏面の処理を行うものであり、半導体ウェハの表面を研磨する研磨ユニットを備えている。なお、図面を通して同一又は相当する構成要素には、同一の符号を付して重複した説明を省略する。

【0027】まず、本発明の第1の実施形態における基板処理装置の研磨ユニットについて説明する。図1は本発明の第1の実施形態における研磨ユニットを示す概略平面図、図2は図1に示す研磨ユニットの正断面図である。図1及び図2に示すように、研磨ユニットは、半導体ウェハ100を回転可能に挟持する複数のローラ1と、ウェハ100のベベル部及びエッジ部の研磨を行う研磨ヘッド2と、研磨ヘッド2をウェハ100に向けて

6

押圧するエアシリンダ（押圧機構）3と、ウェハ100のベベル部及びエッジ部に薬液（又は純水）を供給する薬液供給ノズル4と、ウェハ100のデバイス形成面（即ち図2において下面）に空気や窒素などの気体を噴射する複数の気体噴射ノズル5と、ウェハ100のノッチを検出するノッチセンサ6と、ウェハ100のノッチを研磨する砥石ホイール7とを備えている。なお、半導体ウェハ100は、上方から落下するパーティクル対策のため、デバイス形成面が下になるようにセットされる。

【0028】図3は図1の研磨ヘッド2の要部を示す断面図、図4は図3に示す研磨ヘッドの研磨時の状態を示す断面図である。図1乃至図4に示すように、研磨ヘッド2は、2つの突出部20a、20bを有する支持部20と、この突出部20a、20bの端部の間に張設された弾性ゴム等からなる弾性部材21と、弾性部材21に支持される研磨テープとしての研磨フィルム22と、弾性体からなる押圧板23とを備えている。

【0029】研磨ヘッド2は、図示しない移動機構により半導体ウェハ100の径方向に移動可能となっている。また、研磨ヘッド2の支持部20の基部20cにはエアシリンダ3が連結されている。エアシリンダ3の駆動により、支持部20がウェハ100の中心方向に移動されると、図4に示すように、研磨フィルム22が弾性部材21を介してウェハ100のベベル部及びエッジ部に押圧される。このエアシリンダ3の駆動の詳細については後述する。なお、研磨ヘッド2の突出部20a、20bの間の距離を可変にする機構を設けてもよい。

【0030】研磨フィルム22は、図示しない研磨力セットに収容されており、研磨力セット内のリール24a、24b（図2参照）によって、所定の張力が与えられた状態で巻き取られるようになっている。ウェハ100の研磨によって摩耗した研磨フィルム22は、その研磨レートが低下する前に巻き取られ、新しい研磨フィルムがウェハ100に接触するようになっている。研磨フィルム22にウェハ100のベベル部及びエッジ部を所定の押圧力で押圧し、ウェハ100を回転させることによりウェハ100のベベル部及びエッジ部と研磨フィルム22とを摺接させて研磨を行う。なお、研磨フィルム22をウェハ100に対して摺動させて研磨を行うこととしてもよい。また、研磨中に研磨フィルム22をリール24a、24bにより所定の速度で往復運動又は連続送りを行い、ウェハの厚み方向の相対速度による摺動を上述の回転摺動に加えて研磨レートを上げるようにしてもよい。

【0031】研磨フィルム22としては、研磨面となるその片面に、例えば、ダイヤモンド砥粒やSiCを接着した研磨フィルムを用いることができる。研磨フィルムに接着する砥粒は、基板の種類や要求される性能に応じて選択されるが、例えば粒度#4000～#12000

7

のダイヤモンドや粒度#4000~#10000のSiCを用いることができる。

【0032】図4に示すように、研磨フィルム22の裏側から弾性部材21を押し当てることにより、引き伸ばされた弾性部材21には張力Tが発生する。この弾性部材21の張力Tによって、研磨フィルム22からウェハ100のベベル部に対して圧力Pが働く。この圧力Pの大きさは、研磨フィルム22の幅をW、ベベル部断面の曲率半径を $\rho$ とし、研磨フィルム22の厚さDが曲率半径 $\rho$ に比べて十分に小さいとすると、 $P=T/(\rho W)$  10 となる。

【0033】押圧板23は、支持部20の突出部20a、20bの間に配置されており、ウェハ100の径方向に移動可能となっている。押圧板23がウェハ100の中心方向に移動することで、弾性部材21及び研磨フィルム22がウェハ100のエッジ部にも押圧されるようになっている。

【0034】薬液供給ノズル4は研磨ヘッド2の近傍に配置されており、この薬液供給ノズル4からウェハ100のベベル部及びエッジ部に薬液又は純水が供給される。また、気体噴射ノズル5は、ウェハ100の中心に対して放射状に配置されており、研磨時にウェハ100のデバイス形成面に気体を噴射することにより、研磨時に発生する研磨屑がデバイス形成面を汚すことを防止する。なお、気体噴射ノズル5をデバイス形成面側だけではなく、ウェハ100の裏面（即ち図2において上面）側にも設置することとすれば、より効果的にウェハ100をクリーンな状態にすることができる。 20

【0035】図5（a）は図1に示す砥石ホイール7を示す正面図、図5（b）はウェハ100のノッチを研磨しているときの砥石ホイール7を示す平面図である。図5（a）及び図5（b）に示すように、砥石ホイール7は、ウェハ100のノッチ形状及びベベル形状に対応した形状の溝70aが形成されたホイール70と、ホイール70を回転させる回転軸71とを備えている。ホイール70の溝70aには例えば粒度#10000程度のダイヤモンド砥粒が接着されている。 30

【0036】砥石ホイール7によりウェハ100のノッチ72を研磨する際には、ノッチセンサ6によりウェハ100のノッチ72を検知し、砥石ホイール7の位置にノッチ72がくるようにウェハ100の回転を停止させる。そして、図5（b）に示すように、砥石ホイール7のホイール70の溝70aをノッチ72に合わせて回転軸71を中心としてホイール70を回転させる。このとき、回転軸71を上下方向及び水平方向に移動させることによって、ウェハ100のノッチ72の研磨を行う。 40

【0037】次に、上述した構成の研磨ユニットを用いて、RIE法によりトレンチキャパシタのディープトレンチを半導体ウェハ（Siウェハ）の表面に形成したときに半導体ウェハのベベル部及びエッジ部の表面に生じ 50

8

る荒れを除去する方法について説明する。このトレンチキャパシタは、例えばDRAMのメモリセルに使用されるものである。

【0038】まず、RIE工程により半導体ウェハの表面にディープトレンチを形成する（図18（a）及び図18（b）参照）。例えば、SiN膜500の厚さは200nm、SiO<sub>2</sub>膜510の厚さは90nm、ディープトレンチ520の開口径は0.25 $\mu$ m、深さは7 $\mu$ mである。このRIE工程によって、半導体ウェハの表面には図18（b）に示すような針状突起530が形成されるが、この針状突起530を上述した研磨ユニットを用いて除去する。

【0039】まず、半導体ウェハ100は、デバイス形成面を下向きにした状態で、ローラ1により水平面内で回転自在に挟持される。次に、研磨ヘッド2をウェハ100の中心方向に移動させ、ウェハ100のベベル部が研磨ヘッド2の研磨フィルム22によって挟み込まれるように、研磨ヘッド2をウェハ100に押圧する。また、研磨ヘッド2の押圧板23をウェハ100の中心方向に移動させ、押圧板23の水平面を鉛直方向からエッジ部領域に押圧して、研磨フィルム22をエッジ部領域に例えば98kPa程度の圧力で接触させる。このようにすることで、デバイス形成面のエッジ部の数mmの領域を研磨することができる。このとき、薬液供給ノズル4からウェハ100のベベル部及びエッジ部と研磨フィルム22の接触部に薬液又は純水が供給される。ローラ1の回転によりウェハ100を回転させ、ウェハ100のベベル部及びエッジ部と研磨ヘッド2の研磨フィルム22とを摺接させてウェハ100のベベル部及びエッジ部を湿式研磨する。 30

【0040】また、ウェハ100のデバイス形成面側に放射線状に配置された気体噴射ノズル5から空気又は窒素などの気体を例えば流速5m/s以上でデバイス形成面に対して浅い角度で噴射させる。これにより、研磨時に発生する研磨屑によってウェハ100のデバイス形成面が汚染されるのが防止される。

【0041】その後、上述したように、ノッチセンサ6と砥石ホイール7とを用いて、ウェハ100のノッチ72のベベル部及びエッジ部の全体を研磨する。

【0042】このようにして、ウェハ100のベベル部及びエッジ部の研磨が行われるが、弾性部材21が経時変化により劣化してくると、弾性力を失ったり、塑性変形して全長が延びたりして、研磨時の弾性部材21の張力が低下することがある。弾性部材21の張力が低下すると、研磨荷重が小さくなり、研磨レートも低下するので、研磨効率が下がってしまう。また、弾性部材21の張力が低下すると研磨レートが変化するため、所望の研磨プロファイルを得ることもできない。

【0043】ここでいう弾性部材21の劣化とは、塑性変形による自然長の伸びとヤング率の低下を意味してい

る。張力というストレスが堆積すると、弾性部材 21 は弾性体といえども塑性変形を起こし、張力が働いていないときの長さ（自然長）が若干長くなってしまふ。また、張力というストレスが堆積すると、弾性部材 21 のヤング率が若干低下することがわかった。

【0044】弾性部材 21 の劣化は、劣化しにくい材質からなる弾性部材 21 を選ぶこと、あるいは、弾性部材 21 の厚さを厚くして単位面積あたりに働く張力を減少させることにより、ある程度は改善することができる。しかしながら、弾性部材 21 の劣化を完全に抑えることは不可能である。

【0045】従って、ウェハ 100 に対して研磨フィルム 22 及び弾性部材 21 を押し込む距離 D（図 4 参照）を一定にして研磨することとした場合（以下、定位置法という）、以下のような問題が生じる。この定位置法は、弾性部材 21 が研磨フィルム 22 を所定の力で押圧できるように位置を予め決めておき、研磨時にこの位置まで研磨ヘッド 2 を移動させて研磨を行う方法である。この定位置法によれば、最初は所定の張力が弾性部材 21 に働くが、上述した弾性部材 21 の劣化により、時間の経過とともに、この張力が徐々に減少する。従って、時間の経過とともに、研磨レートが徐々に低下してしまうという問題が生じる。

【0046】弾性部材 21 として、ヤング率 0.6 MPa、断面積 13 mm<sup>2</sup> の天然ゴムを用いた場合、累積使用時間 10 時間で、弾性部材 21 に働く張力が 10% 減少することがわかった。このため、累積使用時間が 10 時間を過ぎるあたりから、1 分間の粗研磨ではベベル部に形成された針状突起を完全には除去できなくなり、処理時間を長くする必要が生じる。

【0047】このような観点から、本実施形態では、エアシリンダ 3 を用いて、弾性部材 21 が常に一定の力 F で研磨フィルム 22 を押圧するようにしている（定力法）。即ち、エアシリンダ 3 は、研磨中に研磨フィルム 22 に与えられる押圧力が一定となるように支持部 20 及び弾性部材 21 を押圧する。これにより、弾性部材 21 が劣化により延びてしまったとしても、弾性部材 21 が延びた分だけエアシリンダ 3 が支持部 20 及び弾性部材 21 を押圧して、研磨フィルム 22 からベベル部及びエッジ部に加えられる圧力が変化しないようになっている。従って、弾性部材 21 の劣化にかかわらず研磨フィルム 22 による研磨レートを常に一定にすることができ、弾性部材 21 に働く張力の変化をほとんど無視できるようになり、安定した研磨を実現することが可能となる。

【0048】上述した一定の力 F の大きさは、弾性部材 21 が所定の大きさの張力 T を有する変形をするように決定される。即ち、図 4 において、 $F = 2T \cos \theta$  という関係が成立するように押圧力 F を調整する。ここで、 $\theta$  はウェハ 100 の表面と弾性部材 21 とのなす角

である。

【0049】一定の力 F をかけたときの弾性部材 21 の半全長を L（図 4 参照）とし、弾性部材 21 が上述の劣化によって  $\Delta L$  だけ長くなった場合を考える。弾性部材 21 が  $\Delta L$  だけ長くなることによって、角度  $\theta$  が  $\Delta \theta$  だけ小さくなり、張力 T が  $\Delta T$  だけ減少するとすれば、定力法では上述した  $F = 2T \cos \theta$  の関係が成立し、力 F は不変である（一定とした）ので、 $\Delta T / T = \Delta \theta \tan \theta$  という関係が成立する。また、 $\Delta \theta = (\Delta L / L) \tan \theta$  の関係も成立するので、結局、 $\Delta T / T = (\Delta L / L) \tan^2 \theta$  の関係が成立する。ここで、角度  $\theta$  を 15 度とした場合、 $\Delta L / L$  が、定位置法における張力の減少の割合未満になることを考えれば、定力法における張力の減少の割合  $\Delta T / T$  は、定位置法における張力の減少の割合の 7% 未満にしかならず、ほとんど無視できることがわかる。実際に、定力法によると累積使用時間が 100 時間を過ぎても、弾性部材 21 に働く張力の減少はみられず、処理時間の延長が不要となった。

【0050】ベベル部の全体に亘って均一な研磨を実現するためには、ベベル部の曲面形状に研磨フィルム 22 を確実に沿わせることが必要である。即ち、ベベル部の断面の曲率は、半導体ウェハの種類により違いはあるが、8 インチウェハの場合では、平均すれば  $1 / (360 \mu\text{m})$  程度であるが、部分的に  $1 / (120 \mu\text{m})$  という非常に大きな値になる場合もある。このような大きな曲率の曲面形状に対しても研磨フィルム 22 を沿わせるためには、研磨フィルム 22 が、ベベル部の断面の（最大）曲率の曲面に対して塑性変形することなく、即ち、折れる曲がることがない程度の柔軟性を有していなければならない。

【0051】この研磨フィルムの柔軟性は、研磨フィルムのフィルム材質や厚さで決まる。研磨フィルムの材質として一般的に用いられる PET を使用した場合、厚さ 75  $\mu\text{m}$  以上の研磨フィルムをベベル部の曲面に沿わせようとしても、図 6 に示すように研磨フィルムが折れ曲がってしまう場合がある。このように研磨フィルムが折れ曲がってしまうと、ベベル部に研磨フィルムの接触しにくい部分が生じ、この部分の研磨レートが下がり、ウェハ 100 のベベル部を均一に研磨することができなくなる。このように研磨フィルムが折れ曲がってしまった状態で、例えば 1 分間の粗研磨を行った場合、研磨フィルム 22 が折れ曲がった部分に形成された針状突起を完全に除去することはできず、ベベル部全体の針状突起を完全に除去するためには処理時間を長く、例えば 2 分間にする必要がある。これはスループットの低下につながる。

【0052】従って、本実施形態では、研磨フィルムを薄膜化して、ベベル部の断面の（最大）曲率の曲面形状に対して折れ曲がることのない程度の柔軟性を持たせている。研磨フィルムの材質として PET を使用した場



11

合、研磨フィルムの厚さが $50\mu\text{m}$ 以下であれば、ベベル断面の（最大）曲率の曲面形状に対して折れ曲がることなく沿わせられることがわかった。なお、研磨フィルムの材質がPETではない場合には、ベベル部の（最大）曲率の曲面形状に対して折れ曲がることなく沿わせられるフィルムの厚さは、当然、上述したものとは異なってくる。

【0053】このように、本実施形態では、研磨フィルム22として薄膜研磨フィルムを用いているので、ウェハ100のベベル部において研磨フィルム22が折れ曲がってしまうことがない。従って、研磨フィルム22をウェハ100のベベル部の曲面形状に確実に沿わせることができるので、ウェハ100のベベル部を均等に研磨することが可能となる。なお、本実施形態では、研磨フィルム22として薄膜研磨フィルムを用いることで研磨フィルム22をウェハ100のベベル部の曲面形状に沿わせることとしているが、高い柔軟性を有する材質からなる研磨フィルムを用いることによって同様の効果が得られる。

【0054】本実施形態では、上述したように、弾性部材21を介して研磨フィルム22をウェハ100に押圧しているが、このような弾性部材21を用いないで研磨フィルム22を直接ウェハ100に押圧した場合には、研磨フィルム22はウェハ100の高さ方向中央部分にしか接触することができず、その接触長さは高々 $10\text{mm}$ 程度になってしまい、接触面積を大きくすることができない。また、ウェハ100の回転に伴うベベル部の微妙な変動を吸収することができないので、回転するウェハ100のベベル部に対して動的に安定して圧力を加えることが困難である。

【0055】本実施形態のように、弾性部材21を介して研磨フィルム22をウェハ100に押圧する方法では、上述したように、研磨フィルム22からウェハ100のベベル部に対して加わる圧力 $P$ は、 $P=T/(\rho W)$ となるので、ベベル部の断面がフルラウンドの場合にはベベル部に加わる圧力を均一にすることができる。このように、弾性部材21を介して研磨フィルム22をウェハ100に押圧すれば、研磨に寄与する部分を拡張して、研磨レートを大きくすると共に、接触面における圧力のバラツキを少なくして研磨量を均一にすることができる。

【0056】上述した構成の研磨ユニットを用いて、ベベル部及びエッジ部に形成された針状突起の除去を以下の条件で行った。この例では、図7に示すように、粗削り用の研磨ヘッド2aを円周方向に4つ、仕上げ研磨の研磨ヘッド2bを円周方向に4つそれぞれ設けた研磨ユニットを用いた。

【0057】粗削り用の研磨フィルムとして、粒度#4000のダイヤモンド粒子が厚さ $25\mu\text{m}$ のPETフィルム上にウレタノタイプ接着剤で結合されたもの、仕上

12

げ用の研磨フィルムとして、粒度#10000のダイヤモンド粒子が厚さ $25\mu\text{m}$ のPETフィルム上にウレタノタイプ接着剤で結合されたものを用いた。それぞれの研磨フィルムの幅は $30\text{mm}$ とした。また、弾性部材21の張力 $T$ が $9.8\text{N}$ になるように設定し、角度 $\theta$ を $15^\circ$ とした。また、ウェハ100の回転速度を $100\text{min}^{-1}$ とした。研磨時には、各薬液供給ノズル4から純水を $10\text{ml/min}$ で供給した。

【0058】まず、研磨ヘッド2aの粗削り用の研磨フィルムをウェハ円周に沿って4箇所接触させて1分間の研磨を行った。この粗削り研磨によってウェハ100の針状突起530が除去された。次に、研磨のダメージを除去する目的で、粗削り用の研磨ヘッド2aと仕上げ用の研磨ヘッド2bとを入れ替え、仕上げ用の研磨フィルムによって1分間の研磨を行った。この仕上げ研磨によって表面に残存する研磨傷は完全に除去され、ベベル面は平均粗さ $R_a$ が数 $\text{nm}$ 以下の鏡面になった。

【0059】次に、ウェハ100のノッチ72の研磨を行った。砥石ホイール7を回転速度 $1000\text{min}^{-1}$ で回転させて30秒間ウェハ100のノッチ72を研磨した。これにより、ノッチにおける針状突起が完全に除去された。

【0060】この後、別のユニットにおいて、ベベル部及びエッジ部を主体にPVAスポンジ等をウェハ100に摺接させながら、純水又は界面活性剤水溶液を用いて洗浄を行った。そして、リンスした後、乾燥させて、工程を終了した。

【0061】このように、研磨フィルム22を用いた研磨によりウェハ100のベベル部及びエッジ部の針状突起530の除去を行うことにより、従来のCDE法では不可欠だったレジストによるデバイス形成面の保護が不要になる。その結果、保護用のレジスト塗布、針状突起を除去した後のレジスト剥離という2つの工程を省くことができ、スループットが向上する。

【0062】また、ウェハ100のベベル部及びエッジ部から針状突起530を除去した後の面は、図8に示すように平滑面となるので、上述したCDE法における問題が解決される。即ち、従来のCDE法では、図19

(c)に示すように、針状突起の除去後に、針状突起530の高さのバラツキに応じて凹凸550が形成され、次工程以降で行われるCMP等の加工時に凹凸550にダストが溜まり易いという問題があるが、本発明によればこの問題が解消される。

【0063】また、上述した基板処理装置にウェハ100の洗浄を行う洗浄部を組み込んだ場合には、ウェハ1枚当たりの処理時間を3分程度にすることができる。従来のCDE法では5分程度を要していたのに比べて処理時間を短縮することができるので、スループットを向上させることができる。

【0064】更に、上述した研磨ユニット及び基板処理

13

装置は簡単な装置構成であるため、装置単体の価格を安くすることができる。また、使用する原料も純水と微量の薬液だけであるので、ランニングコストを大幅に削減することができる。このように、本発明によればコスト削減の点で大きな利点がある。

【0065】また、本実施形態においては、湿式研磨において供給する液体としては、純水以外に、シリコンをウェットエッチングする薬液、例えば、KOH水溶液、アルカリイオン水等も使用することができる。また、界面活性剤水溶液を使用することもできる。これらの薬液の使用により、研磨フィルム22の砥粒の材質とサイズによつては、研磨レートや表面平坦度といった研磨特性が向上する効果が期待できる。

【0066】次に、本発明の第2の実施形態における基板処理装置について説明する。本実施形態における基板処理装置は、キャパシタ電極として用いるRu膜をデバイス形成面上にCVD法で成膜したときに半導体ウェハのベベル部、エッジ部及び裏面に付着するRu膜を除去するものである。

【0067】図9に示すように、シリコン窒化膜80を成膜した半導体ウェハ100上に、下部キャパシタ電極として用いるRu膜81をパッチ式のCVD法により30nmだけ成膜した場合、Ru膜81はデバイス形成面のみならず、ウェハ100のベベル部、エッジ部及び裏面にも30nm程度成膜される。この種のRu膜81を用いるキャパシタは、例えば、立体キャパシタであり、DRAM又はFeRAMに使用されるものである。上述したように、ベベル部、エッジ部及び裏面に付着したRu膜81は、次工程の装置汚染の原因になるため、除去することが必要になる。

【0068】そこで、本実施形態における基板処理装置を用いて、半導体ウェハのベベル部、エッジ部及び裏面に付着するRu膜を除去する。本実施形態における基板処理装置は、上述した第1の実施形態における（第1の）研磨ユニットに加えて、ウェハ100の裏面に付着したRu膜81を除去する第2の研磨ユニットを備えている。図10は本実施形態における第2の研磨ユニットを示す概略平面図、図11は図10の正断面図である。

【0069】図10及び図11に示すように、第2の研磨ユニットは、ウェハ100を回転可能に挟持する複数のローラ11と、弾性体12aに研磨フィルム12bを巻き付けた研磨ロール（研磨ヘッド）12と、シャワーノズルの形態を有する薬液供給ノズル13（図11において図示せず）と、PVAスポンジからなるサポートロール14と、ウェハ100に洗浄液を供給する洗浄液供給ノズル15（図10において図示せず）とを備えている。なお、ウェハ100はデバイス形成面が下になるようにセットされる。

【0070】研磨ロール12は、弾性ゴムや発泡ウレタンなどからなる円柱状の弾性体12aに研磨フィルム1

14

2bを接着して巻き付けたものであり、例えば、20.32cm（8インチ）ウェハ用としては、直径30mm程度、長さ210mm程度である。また、薬液供給ノズル13は、ウェハ100の裏面（図11において上面）側に配置された研磨ロール12の近傍に配置されており、この薬液供給ノズル13からウェハ100の裏面に薬液が滴下される。ウェハ100の下方に配置されたサポートロール14は、回転しながらウェハ100のデバイス形成面に接触するようになっており、このサポートロール14により研磨ロール12の荷重が支持される。

【0071】このような構成の第2の研磨ユニットにおいて、ウェハ100は、デバイス形成面を下向きにした状態で、ローラ11により水平面内で回転自在に挟持される。次に、研磨ロール12を回転させながら図示しない押圧機構によりウェハ100の裏面に接触させる。このとき、薬液供給ノズル13から薬液を滴下する。また、サポートロール14を回転させながらウェハ100のデバイス形成面に接触させると共に、洗浄液供給ノズル15からウェハ100の表裏面に洗浄液を供給する。ローラ11の回転によりウェハ100を回転させ、ウェハ100の裏面と研磨ロール12とを摺接させてウェハ100の裏面を湿式研磨する。なお、研磨ロール12で基板の表面（デバイス形成面）を研磨することとしてもよい。

【0072】本実施形態における基板処理装置を用いて、ベベル部及びエッジ部に付着したRu膜81の除去を以下の条件で行った。この例では、第1の研磨ユニットとして、円周方向に8つの研磨ヘッドを有するものを用いた。

【0073】研磨フィルム22として、粒度#10000のダイヤモンド粒子が厚さ25μmのPETフィルム上にウレタノタイプ接着剤で結合されたものを用いた。研磨フィルム22の幅は30mmとした。弾性部材21の張力が9.8Nになるように設定し、角度θを15度とした。また、ウェハ100の回転速度を100min<sup>-1</sup>とした。研磨時には、各薬液供給ノズル4から純水を10ml/minで供給した。

【0074】まず、研磨ヘッド2の研磨フィルム22をウェハ円周に沿って8箇所接触させて1分間の研磨を行った。この研磨により、ベベル部及びエッジ部に付着していたRu膜81を完全に除去することができた。次に、ウェハ100のノッチ72の研磨を行った。砥石ホイール7を回転速度1000min<sup>-1</sup>で回転させて30秒間ウェハ100のノッチ72を研磨した。これにより、ノッチ72のベベル部及びエッジ部に付着しているRu膜81が完全に除去された。

【0075】次に、上述した第2の研磨ユニットを用いて、裏面に付着したRu膜81の除去を以下の条件で行った。

【0076】研磨ロール12の研磨フィルム12bとし

50

15

て、粒度 #10000 のダイヤモンド粒子が PET フィルム上にウレタンタイプ接着剤で結合されたものを用いた。研磨ロール 12 の押圧力を 9.8 N とし、回転速度を  $100 \text{ min}^{-1}$  とした。ウェハ 100 の回転速度を  $100 \text{ min}^{-1}$  とし、薬液供給ノズル 13 から純水を  $200 \text{ ml/min}$  で供給した。また、各洗浄液供給ノズル 15 から純水を  $1000 \text{ ml/min}$  で供給した。

【0077】まず、研磨ロール 12 をウェハ 100 の裏面に接触させて 2 分間の研磨を行った。この研磨により、図 12 に示すように、裏面の Ru 膜も完全に除去され

【0078】この後、別のユニットにおいて、ベベル部も含めたウェハ 100 全体に PVA スポンジ等を摺接させながら、純水又は界面活性剤水溶液を用いて洗浄を行った。そして、リンスした後、乾燥させて、工程を終了した。

【0079】このようにして Ru 膜を除去した後のウェハ 100 を ICP 分析したところ、Ru 膜 81 が除去されて露出した下地のシリコン窒化膜 80 上では、Ru 汚染が  $10^{10} \text{ atoms/cm}^2$  未満になるまで清浄化

【0080】従来のウェットエッチング法では、例えば、薬液として硝酸二アンモニウムセリウム 20% 水溶液を用いた場合、Ru 汚染を  $10^{11} \text{ atoms/cm}^2$  未満にするのでさえ 5 分以上かかり、 $10^{10} \text{ atoms/cm}^2$  未満にするためには、下地のシリコン窒化膜 80 を希フッ酸等の別の薬液で 2 分間程度ウェットエッチングする必要がある。従って、従来の方法では、ベベル部、エッジ部及び裏面の Ru 膜を除去するのに、1 枚当たり 7 分以上の時間を要していた。

【0081】これに対して、本発明の基板処理装置により Ru 膜を除去すれば、ベベル部及びエッジ部と裏面とを別々に処理する場合であっても、約 3.5 分で完了することができる。なお、ベベル部及びエッジ部処理用の第 1 の研磨ユニットと裏面処理用の第 2 の研磨ユニットとを互いに干渉しないように一体化してもよい。これらを一体化した場合、ベベル部及びエッジ部の Ru 膜の除去と裏面の Ru 膜の除去とを同時に行うことができる。これにより、処理時間は更に短縮され、約 2.5 分になり、大幅なスループット向上につながる。

【0082】更に、上述した研磨ユニット及び基板処理装置は簡単な装置構成であるため、装置単体の価格を安くすることができる。また、使用する原料も純水と微量の薬液だけであるので、ランニングコストを大幅に削減することができる。このように、本発明によればコスト削減の点で大きな利点がある。

【0083】また、本実施形態においては、湿式研磨の供給液体として、純水以外に、Ru 膜をウェットエッチングする薬液、例えば、硝酸二アンモニウムセリウム水溶液、過硫酸アンモニウム水溶液等の酸化剤を使用する

16

こともできる。これらの薬液の使用により、研磨レートが向上する効果が期待できる。

【0084】本実施形態の研磨による汚染膜の除去においては、砥粒のメカニカルな除去作用が加わる。従って、化学的に安定な膜の除去に対しても本発明を適用することができ、また、下地に拡散した上記化学的に安定な膜の成分も、下地の一部を削り取ることにより除去することができる。このため、本発明に係る基板処理装置によって除去できる汚染膜は、上述した Ru 膜に限らず、Cu 膜、PZT 膜、BST 膜などや、将来半導体装置の製造に導入される新材料膜一般に広げることができる。

【0085】次に、本発明の第 3 の実施形態における基板処理装置について説明する。図 13 は、本実施形態の基板処理装置における研磨ヘッドを示す概略図である。図 13 に示すように、本実施形態における研磨ヘッド 102 は、2 つの突出部 120a、120b を有する支持部 120 と、流体路 121 を介して内部に流体が供給される流体バッグ 122 とを備えている。流体バッグ 122 は薄いゴムや軟質ビニールなどの柔軟性のある材質から形成されており、内部の圧力に応じて変形自在となっている。流体路 121 は流体供給源 123 に接続されており、流体供給源 123 から気体（空気等）や液体（水等）などの流体が流体バッグ 122 に供給される。流体供給源 123 は任意の圧力の流体を流体バッグ 122 に供給することができるようになっており、この供給された流体の圧力によって流体バッグ 122 の内部圧力が調整される。

【0086】流体バッグ 122 は、支持部 120 の突出部 120a、120b の間に形成された凹部 120c に収容されており、この凹部 120c によって流体バッグ 122 が外部に飛び出さないように支持されている。研磨フィルム 22 は流体バッグ 122 に支持される。

【0087】第 1 の実施形態の研磨ユニットにおいて、研磨ヘッド 2 をこのような構成の研磨ヘッドに置き換えて、研磨フィルム 22 をウェハ 100 に所定の押圧力で押圧し、ウェハ 100 を回転させることによりウェハ 100 のベベル部と研磨フィルム 22 とを摺接させて研磨を行う。なお、研磨フィルム 22 をウェハ 100 に対して摺動させて研磨を行うこととしてもよい。

【0088】本実施形態では、流体バッグ 122 に加圧流体を供給することによって、研磨フィルム 22 を支持する流体バッグ 122 が変形し、研磨フィルム 22 がウェハ 100 のベベル部に均等に接触することとなるので、ウェハ 100 の周縁部を均等に研磨することが可能となる。

【0089】研磨フィルム 22 としては、第 1 の実施形態と同様の研磨フィルムを用いることができ、またフィルム状の研磨布（例えばロデル社製の SUBA-400 等）を研磨テープとして用いてもよい。研磨布を用い

17

る場合には、図示しない供給ノズルから被研磨面に研磨材又はエッチング液を供給する。また、流体バッグ122に研磨フィルム22を直接貼付してもよく、あるいは、研磨フィルム22によって流体バッグ122を構成することとしてもよい。

【0090】このような構成の研磨ヘッドを用いて、ベベル部及びエッジ部の研磨を行った。この研磨においては、ダイヤモンド砥粒を接着した厚さ25 $\mu$ mの薄膜PET研磨フィルムを研磨フィルム22として用い、厚さ0.1mmのフッ素ゴムで形成した流体バッグ122に196kPaの空気を供給してウェハ100のベベル部及びエッジ部の研磨を行った。ウェハ100の回転速度は500min<sup>-1</sup>とした。この実験において、ウェハ100のベベル部が均等に研磨されることが確認できた。

【0091】図14は、上述した研磨ユニットを組み込んだ基板処理装置の配置構成の一例を示す平面図である。図14に示すように、基板処理装置は、複数の半導体ウェハ（基板）を収容したウェハカセット200aを載置する一対のロード／アンロードステージ200と、ドライな基板を扱う第1搬送ロボット210と、ウェットな基板を扱う第2搬送ロボット220と、仮置き台230と、上述した研磨ユニット240と、洗浄ユニット250、260とを備えている。第1搬送ロボット210は、ロード／アンロードステージ200上のカセット200a、仮置き台230、洗浄ユニット260の間で基板を搬送し、第2搬送ロボット220は、仮置き台230、研磨ユニット240、洗浄ユニット250、260の間で基板を搬送する。

【0092】CMP工程やCu成膜工程を終えたウェハが収容されたウェハカセット200aが図示しないカセット搬送装置によって基板処理装置に搬送され、ロード／アンロードステージ200に載置される。第1搬送ロボット210は、ロード／アンロードステージ200上のウェハカセット200aから半導体ウェハを取り出し、このウェハを仮置き台230に載置する。第2搬送ロボット220は、仮置き台230に載置されたウェハを受け取り、このウェハを研磨ユニット240に搬送する。この研磨ユニット240において、上述したベベル部及びエッジ部及び／又は裏面の研磨が行われる。

【0093】研磨ユニット240においては、研磨中又は研磨後に、ウェハの上方に配置された図示しない1以上のノズルから水又は薬液を供給してウェハの上面及びエッジ部分を洗浄する。この洗浄液は、研磨ユニット240でのウェハの表面材質の管理（例えば、薬液などによるウェハ表面の不均一な酸化などの変質を避けて均一な酸化膜を形成するなど）の目的のために行われる。この研磨ユニット240での洗浄を1次洗浄という。

【0094】洗浄ユニット250、260ではそれぞれ2次洗浄、3次洗浄が行われるが、研磨ユニット240

18

において1次洗浄されたウェハは第2搬送ロボット220により洗浄ユニット250又は260に搬送され、洗浄ユニット250において2次洗浄、場合によっては洗浄ユニット260において3次洗浄、あるいは両ユニット250、260において2次洗浄及び3次洗浄を行う。

【0095】最終洗浄の行われた洗浄ユニット250又は260において、ウェハを乾燥させ、第1搬送ロボット210が乾燥したウェハを受け取ってこれをロード／アンロードステージ200上のウェハカセット200aに戻す。

【0096】なお、上述した2次洗浄、3次洗浄においては、接触型の洗浄（ペンシル型やロール型などの例えばPVA製スポンジでの洗浄）と非接触型の洗浄（キャビテーションジェットや超音波印加液体による洗浄）を適宜組み合わせてもよい。

【0097】なお、研磨ユニット240における研磨終点は、研磨時間によって管理してもよいし、あるいは、ベベル部の研磨ヘッドが位置しない場所に、ウェハのデバイス形成面の法線方向から所定形状及び所定強度の光（レーザやLEDなど）を図示しない光学的手段によって照射し、その散乱光を測定することでベベル部の凹凸を測定し、これに基づいて研磨終点を検知することとしてもよい。

【0098】上述の実施形態においては、ウェハの回転をローラ1又は11を用いて行ったが、ウェハ100の裏面を真空チャックにより吸着した状態で回転させてもよい。また、上述した実施形態においては、研磨屑を排除するために、ウェハ100のデバイス形成面に気体を噴射する例を説明したが、デバイス形成面に純水等の液体を流してもよい。

【0099】また、図2に示す研磨ユニットに代えて、図15に示すような研磨ユニットを用いてもよい。この研磨ユニットは、無端状の研磨テープ322を上下に配置された一対の弾性ローラ324a、324bにより挟持し、この弾性ローラ324a、324bを回転させることによって、無端状研磨テープ322を送るようになっている。

【0100】また、図11に示す第2の研磨ユニットに代えて、図16に示すような研磨ユニットを用いてもよい。この研磨ユニットの研磨ヘッド312は、リール314a、314bによって巻取り可能な研磨テープ316と、研磨テープ316をウェハ100の裏面に押圧するロール318とを備えており、リール314a、314bにより研磨フィルム316を所定の速度で往復運動又は連続送りしてウェハ100の裏面を研磨する。

【0101】また、図11に示す第2の研磨ユニットに代えて、図17に示すような研磨ユニットを用いてもよい。この研磨ユニットの研磨ヘッド412では、ローラ414a、414bの間に研磨テープ416が巻回され

19

ており、このローラ 414a、414b を回転させることによって研磨テープ 416 を送るようになっている。このとき、下方のローラ 414a により研磨テープ 416 をウェハ 100 の裏面に押圧する。

【0102】また、上述した実施形態では、押圧機構としてエアシリンダを用いた例を説明したが、エアシリンダに限らず各種の押圧機構を用いることができる。また、上述した実施形態では、研磨中に研磨フィルム 22 に与えられる押圧力が一定となるように押圧機構により研磨ヘッド 2 及び弾性部材 21 を押圧する例を説明したが、これに限られず、押圧機構による押圧力を適宜調整可能に構成して研磨中に研磨フィルム 22 に与えられる押圧力を変化させ、ウェハ 100 の被研磨面（ベベル部及びエッジ部又は裏面）において所望の研磨プロファイルが得られるようにしてもよい。また、一種類の研磨テープだけで粗研磨から仕上げ研磨を行うために、押圧機構による押圧力を段階的に又は連続的に粗研磨工程から仕上げ研磨工程へ低下させていくように、押圧力を研磨中に調整するようにしてもよい。

【0103】また、研磨における種々の条件は、適宜変更することができる。研磨フィルムの形態や研磨フィルム上の砥粒も上述のものに限られない。例えば、BaCO<sub>3</sub>、CaCO<sub>3</sub>等のシリコンに対してメカノケミカル作用を有する材料を砥粒として使用することもできる。

【0104】また、上述の実施形態においては、基板としてSiウェハを用いた例を説明したが、SOIウェハ、更に、SiGeウェハ等の他の半導体ウェハ、デバイス形成面がSiGeで形成されたSiウェハ等を用いてもよい。また、基板のベベル部のみ又は裏面のみを研磨対象としてもよい。

【0105】これまで本発明の一実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されず、その技術的思想の範囲内において種々異なる形態にて実施されてよいことは言うまでもない。

【0106】

【発明の効果】上述したように、研磨テープを用いた研磨により基板のベベル部及びエッジ部の針状突起の除去を行うこととすれば、従来のCDE法では不可欠だったレジストによるデバイス形成面の保護が不要になる。その結果、保護用のレジスト塗布、針状突起を除去した後のレジスト剥離という2つの工程を省くことができ、スループットが向上する。また、ベベル部及びエッジ部から針状突起を除去した後の面は平滑面となるので、上述したCDE法における問題が解決される。

【0107】また、研磨テープを用いた研磨により基板の周縁部等に付着し汚染源となる膜を除去することとすれば、単一の工程で除去工程を実現することができるので、従来のウェットエッチング法に比べて短時間で汚染源となる膜を除去することができ、スループットが向上する。

20

【0108】また、研磨テープとして薄膜研磨フィルムを用いることにより、基板の表面、特に周縁部（ベベル部及びエッジ部）において研磨テープが折れ曲がってしまうことがない。従って、研磨テープを基板の周縁部の曲面形状に確実に沿わせることができるので、基板の周縁部を均等に研磨することが可能となる。この結果、基板の表面に形成された針状突起や基板の表面に付着した不要なRu膜を研磨により均一且つ安定的に除去することが可能となる。また、処理時間を短くしてスループットを向上することができる。

【0109】また、研磨中に研磨テープに与えられる押圧力が所定の押圧力となるように研磨ヘッドが押圧機構により押圧されるので、弾性体の劣化にかかわらず弾性体の張力はほとんど変化せず、研磨テープによる研磨レートを常に一定にして均一な研磨を行うことができる。

【0110】更に、流体バッグに加圧流体を供給することによって、研磨テープを支持する流体バッグが変形し、研磨テープが基板の表面に均等に接触することとなるので、基板の表面を均等に研磨することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態における基板処理装置の研磨ユニットを示す概略平面図である。

【図2】図1に示す研磨ユニットの正断面図である。

【図3】図1の研磨ユニットの研磨ヘッドの要部を示す断面図である。

【図4】図3に示す研磨ヘッドの研磨時の状態を示す断面図である。

【図5】図5（a）は図1に示す研磨ユニットの砥石ホイールを示す正面図、図5（b）は半導体ウェハのノッチを研磨しているときの砥石ホイールを示す平面図である。

【図6】研磨フィルムが折れ曲がった状態を示す概略断面図である。

【図7】半導体ウェハのベベル部及びエッジ部の研磨に用いた研磨ユニットを示す概略平面図である。

【図8】図7に示す研磨ユニットを用いて研磨を行った後の半導体ウェハの表面形状を示す断面図である。

【図9】Ru膜が成膜された半導体ウェハ（Siウェハ）を示す断面図である。

【図10】本発明の第2の実施形態における基板処理装置の第2の研磨ユニットを示す概略平面図である。

【図11】図10に示す第2の研磨ユニットの正断面図である。

【図12】本発明の第2の実施形態における基板処理装置を用いて研磨を行った後の半導体ウェハの表面形状を示す断面図である。

【図13】本発明の第3の実施形態における基板処理装置の研磨ヘッドを示す概略断面図である。

【図14】本発明に係る基板処理装置の配置構成の一例

21

を示す平面図である。

【図15】図2に示す研磨ユニットの変形例を示す正断面図である。

【図16】図11に示す第2の研磨ユニットの変形例を示す正断面図である。

【図17】図11に示す第2の研磨ユニットの変形例を示す正断面図である。

【図18】図18(a)及び図18(b)は、トレンチキャパシタのディープトレンチの形成過程を示す断面図である。

【図19】図19(a)乃至図19(c)は、ディープトレンチの形成時に発生した針状突起の除去過程を示す断面図である。

【符号の説明】

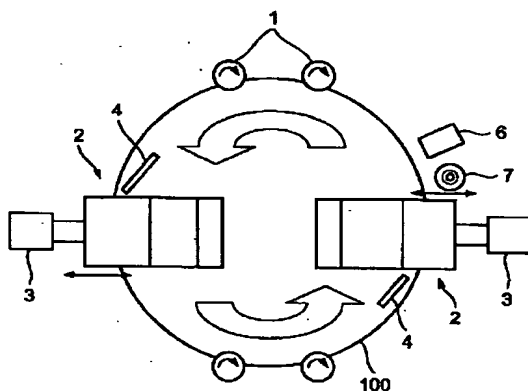
- 1, 11 ローラ
- 2, 2a, 2b, 102 研磨ヘッド
- 3 エアシリンダ(押圧機構)
- 4, 13 薬液供給ノズル
- 5 気体噴射ノズル
- 6 ノッチセンサ
- 7 砥石ホイール
- 12 研磨ロール
- 12b 研磨フィルム
- 14 サポートロール
- 15 洗浄液供給ノズル
- 20 支持部

22

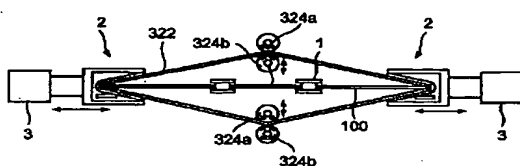
- \* 21 弾性部材
- 22 研磨フィルム
- 23 押圧板
- 24a, 24b リール
- 70 ホイール
- 71 回転軸
- 72 ノッチ
- 80 シリコン窒化膜
- 81 Ru膜
- 10 100 半導体ウェハ
- 120 支持部
- 120a, 120b 突出部
- 121 流体路
- 122 流体バッグ
- 123 流体供給源
- 200 ロード/アンロードステージ
- 210 第1搬送ロボット
- 220 第2搬送ロボット
- 230 仮置き台
- 20 500 SiN膜
- 510 SiO<sub>2</sub>膜
- 520 ディープトレンチ
- 530 針状突起
- 540 レジスト
- 550 凹凸

\*

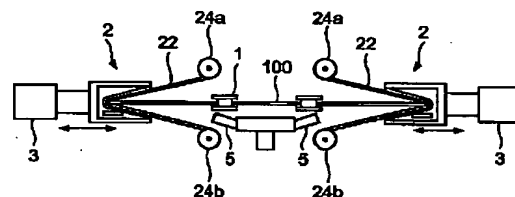
【図1】



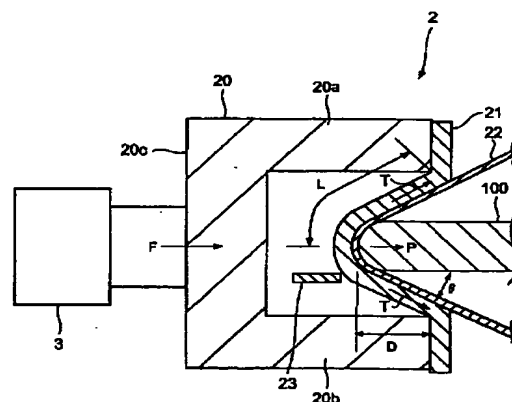
【図15】



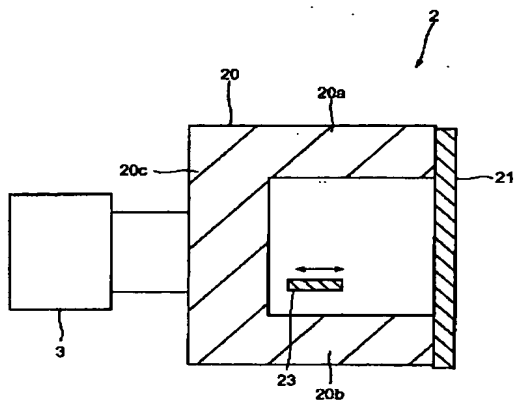
【図2】



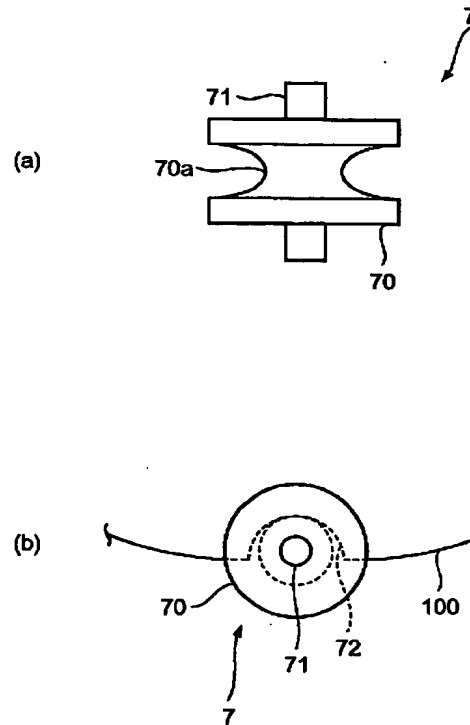
【図4】



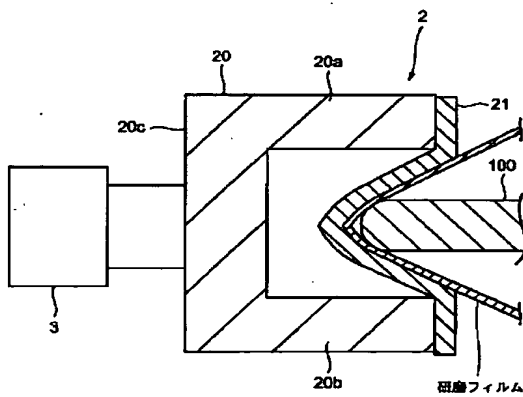
【図3】



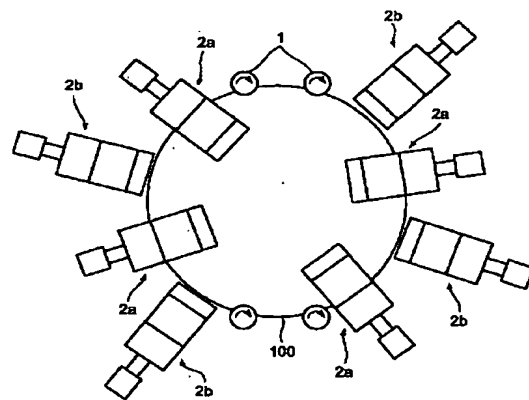
【図5】



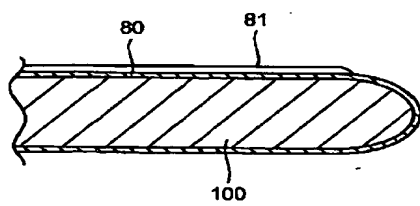
【図6】



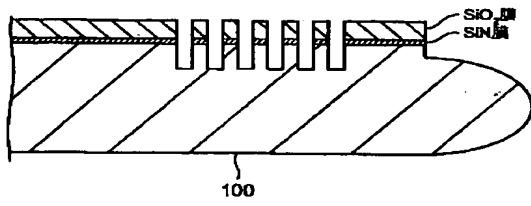
【図7】



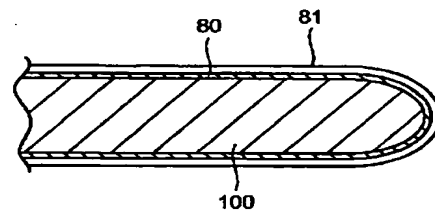
【図12】



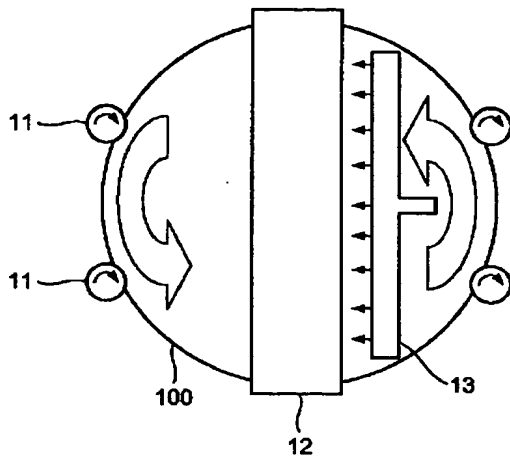
【図 8】



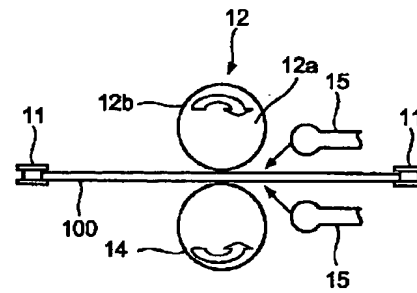
【図 9】



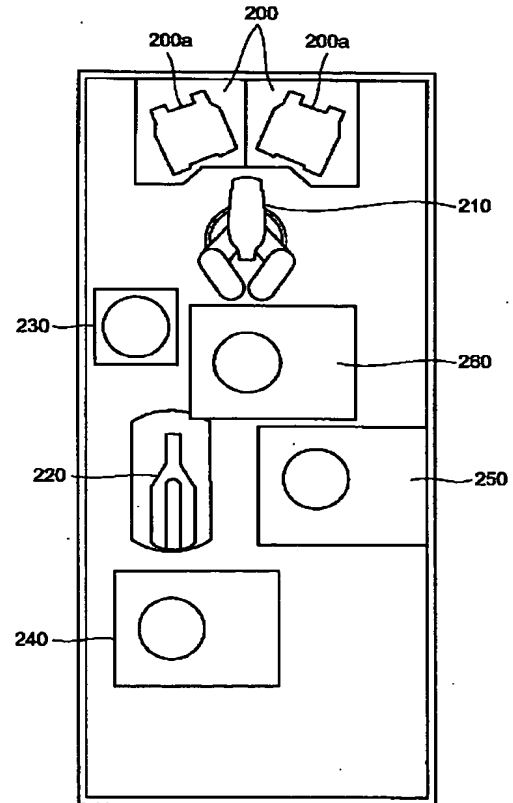
【図 10】



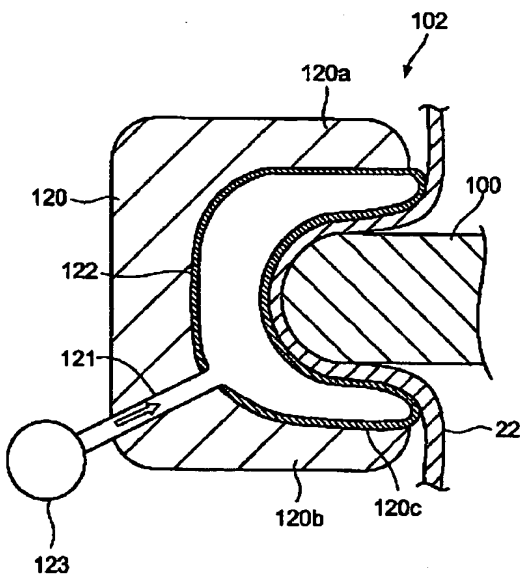
【図 11】



【図 14】

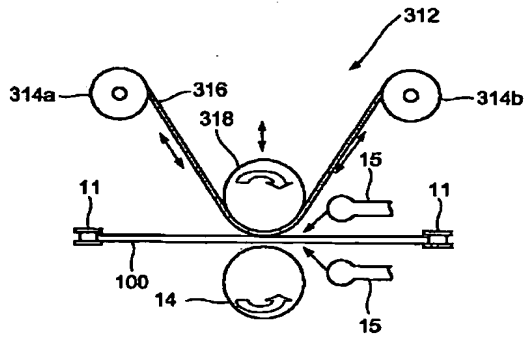


【図 13】

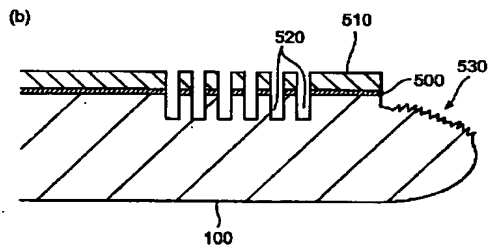
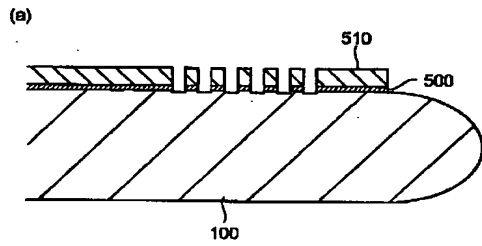




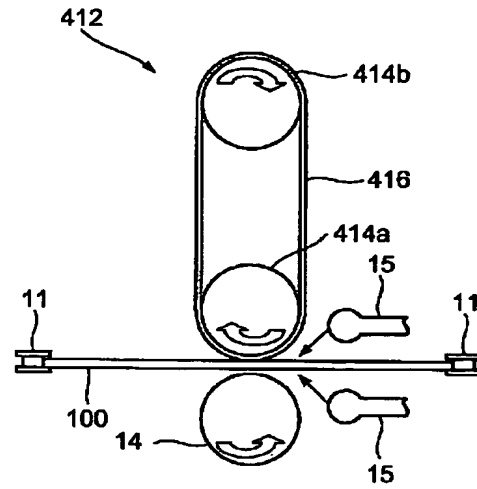
【図16】



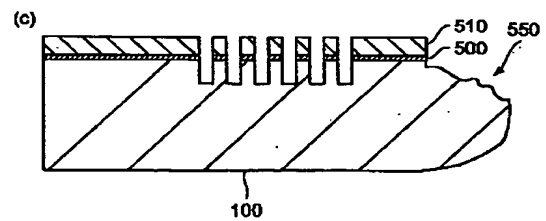
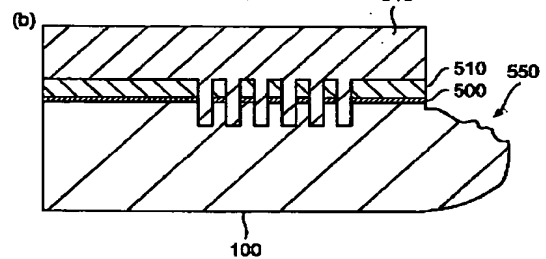
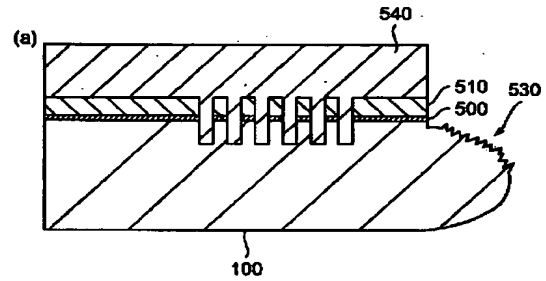
【図18】



【図17】



【図19】



## 【手続補正書】

【提出日】平成14年3月12日（2002. 3. 12）

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 研磨テープと、前記研磨テープを支持する弾性体を備えた研磨ヘッドと、前記研磨ヘッドを所定の押圧力で押圧して前記研磨テープを基板の所定の箇所に押圧する押圧機構とを備え、前記研磨テープと前記基板との摺動により基板の研磨を行うことを特徴とする基板処理装置。

【請求項2】 前記押圧機構は、研磨中に前記押圧力を調整可能に構成されていることを特徴とする請求項1に記載の基板処理装置。

【請求項3】 研磨テープと、前記研磨テープを支持すると共に内部に加圧流体が供給される変形自在の流体バッグと、前記流体バッグを収容すると共に該流体バッグを支持する支持部とを有し、基板の所定の箇所に前記研磨テープを押圧する研磨ヘッドとを備えたことを特徴とする基板処理装置。

【請求項4】 前記研磨テープを研磨フィルムにより形成したことを特徴とする請求項3に記載の基板処理装置。

【請求項5】 前記研磨テープを研磨布により形成し、前記基板の表面に研磨材又はエッチング液を供給しつつ前記基板の研磨を行うことを特徴とする請求項3に記載の基板処理装置。

【請求項6】 前記流体バッグに任意の圧力の流体を供給する流体供給源を更に備えたことを特徴とする請求項3乃至5のいずれか一項に記載の基板処理装置。

【請求項7】 前記研磨テープにより前記流体バッグを構成したことを特徴とする請求項3乃至6のいずれか一

項に記載の基板処理装置。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正内容】

【0014】

【課題を解決するための手段】このような従来技術における問題点を解決するために、研磨テープと、基板の所定の箇所に上記研磨テープを押圧する研磨ヘッドとを備え、上記研磨テープと上記基板との摺動により上記基板の研磨を行う基板処理装置を用いることができる。

## 【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正内容】

【0018】本発明の第1の態様は、研磨テープと、上記研磨テープを支持する弾性体を備えた研磨ヘッドと、上記研磨ヘッドを所定の押圧力で押圧して上記研磨テープを基板の所定の箇所に押圧する押圧機構とを備え、上記研磨テープと上記基板との摺動により基板の研磨を行うことを特徴とする基板処理装置である。

## 【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正内容】

【0022】本発明の第2の態様は、研磨テープと、上記研磨テープを支持すると共に内部に加圧流体が供給される変形自在の流体バッグと、上記流体バッグを収容すると共に該流体バッグを支持する支持部とを有し、基板の所定の箇所に上記研磨テープを押圧する研磨ヘッドとを備えたことを特徴とする基板処理装置である。

フロントページの続き

(72) 発明者 中西 正行  
東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社  
荏原製作所内

(72) 発明者 中村 賢朗  
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株  
式会社東芝横浜事業所内  
Fターム(参考) 3C058 AA05 AA12 CB03 CB04 DA17